

静力水准仪在垂直位移监测中的创新应用

张宁, 秦振

(南水北调东线江苏水源有限责任公司宿迁分公司, 江苏 宿迁 223800)

【摘要】垂直位移监测在泵站工程中是必不可少的,传统的监测手段存在局限性。静力水准仪以高精度、自动化性能好为特点,为泵站工程垂直位移监控带来新突破。文章阐述了静力水准仪的工作原理,介绍了其在泵站工程中的应用案例。同时对安装注意事项、精确度影响因素等静力水准仪器应用的关键技术和挑战进行了分析,提出了相应的解决方案和优化策略。

【关键词】静力水准仪;泵站工程;垂直位移监测

【中图分类号】U433

【文献标志码】A

【文章编号】1009-6159(2025)-10-0037-03

Innovative Application of Hydrostatic Leveling System in Vertical Displacement Monitoring

ZHANG Ning, QIN Zhen

(Suqian Branch, Jiangsu Shuiyuan Co., Ltd. for the East Route of the South-to-North Water Diversion Project, Suqian, Jiangsu 223800, China)

Abstract: Vertical displacement monitoring is essential in pumping station projects, while traditional monitoring methods have limitations. The hydrostatic leveling system, characterized by high precision and good automation performance, brings new breakthroughs to the vertical displacement monitoring of pumping station projects. This paper introduces the working principle of the hydrostatic leveling system and its application cases in pumping station projects. Meanwhile, it analyzes the key technologies and challenges in the application of hydrostatic leveling instruments, such as installation precautions and factors affecting accuracy, and furthermore, it proposes corresponding solutions and optimization strategies.

Key words: Hydrostatic leveling system; Pumping station project; Vertical displacement monitoring

智能电容式静力水准仪是测量地基相对高程变化的专用设备,也能测量建筑物各测点之间的相对高程变化。主要用于各测点间的不均匀沉降测量,如水电站厂房,大坝、高层建筑、核电厂、水利枢纽工程等^[1]。液体静力水准仪有多种采用连通管原理制造的,其主要区别是液面高度测量的方法和手段不同,目前国内使用的静力水准仪,除液面高度目视人工测量外,均改用非接触式浮子升降自动测量液面高度,以实现遥测和自动化。

静力水准系统用于安装在工程建筑物所设置的水准系统的测点上,测量建筑物及其基础各测点间相对的垂直方向变形。静力水准系统以垂

直方向上的相对不动点为基点,通过连通管原理,测量测点相对基点的相对沉降^[2]。

1 静力水准仪在泵站工程中的应用

以刘老涧抽水站为例,分析系统监测成果及应用优势。

1) 自动化性能体现。自动化性能充分体现在刘老涧抽水站采用静力水准系统后。静力平面仪可在泵站运行过程中,每小时进行一次数据采集,时间间隔甚至更短,将泵站工程垂直位移变化情况及时反映出来。同时,该系统精度高,可对

收稿日期:2025-03-13

作者简介:张宁(1989—),男,工程师

泵站安全运行提供可靠的数据支持,对排水量的微小变化进行精确监测。避免了人工测量的误差和不及时,和传统监测方法相比,监测的精确性和可靠性有了很大的提高。

2)数据管理与分析。采集数据由传感器自动完成,通过数据传输线将采集到的数据传递给采集器,采集到的数据通过传感器自动完成传输。采集器对数据进行初步处理和转换,并将其转换为可识别的数字信号。随后,这些数据被存入数据库,以便进行后续的分析与查询工作。

在刘老涧抽水站中,静力水准仪的数据收集、转换、储存及与模型信息连接的过程实现了自动化和智能化。数据收集由传感器自动完成,通过 485 通讯线缆将采集到的数据传输到采集仪中。采集仪对数据进行初步处理和转换,将其转换为可识别的数字信号。然后,这些数据被存储在数据库中,以便后续的分析 and 查询。图 1 为刘老涧精密检测可视化大屏,通过平台可以实时监测、查询垂直位移数据。



图 1 刘老涧精密检测可视化大屏

3)性能特点展示。静力水准仪在泵站工程垂直位移监测中的性能特点非常突出。该仪器具有极高的测量精度,再加上采用数位敏感元件,使其测量精度可达毫米级,FS 可达 0.1%。通常在混凝土观测墩上布设静力水准系统,或安装支架,具有一定的抗干扰能力,具有较好的稳定性;静力水准仪表在一定程度上能抵御气压变化的影响,具有较好的密闭性;静力水准仪内嵌有动态滤波算法,可以在测量数值稳定的振动或运动环境下过滤测量背景杂波。静力水准仪自带温度补偿算法,可以实现在-45~80℃不同恶劣环境下温度区间内的正常工作。该系统布设简单,维护方便,各部件的组装、连接较为简单,通常只需要将

储液罐和各测点用连接管道连接起来,然后将调好的连通液从一端的液罐中注入即可完成布设静力水准仪的工作,再进行简单的调试和设置即可。

2 静力水准仪应用的关键技术与挑战

2.1 安装注意事项

1)确保测量精度的安装要点。安装位置的选择对精度至关重要。安装位置要平稳,不易受外力影响,避免安装在有风或震动较大的地方,否则会使仪器读数不稳定,造成测量误差加大,应避免安装在有风或震动较大的地方。支架应牢固可靠,水平方向可承受荷载,高度应与被测物相匹配,确保仪器与被测点接触良好,若支架不稳,可能引起仪器晃动,影响测量精度。

基准点的选择和加固是关键步骤,基准点要选择需要在野外条件下浇筑坚固基台,保证基准点稳定,为整个监控系统提供准确的参考依据。水平度的调整也不可忽视,安装完成后,使用水平仪对水准管进行水平校正,以保证准确读数,如果水平偏差较大,就会造成各测点之间的液面高度差计算不准。

2)应对环境因素的措施。在不同的环境下,要保证计量的准确度,需要采取相应的防护措施。在保温隔热方面,由于静力水准仪一般都是以水为介质,在管道较长的情况下,管内的水温受环境的影响较大,温度的变化会造成水的密度发生变化,从而产生对流,造成测量时误差增大,也就造成了测量时无法进行,所以在室外使用时,为了防止温差过大,需要使用保温隔热材料对管道及传感器进行保温。并且保温材料选用了自来水管冬季常用的防冻保温泡沫管,使其防冻保温效果更好。若采用压差式静力水准仪,则可采用泡沫保温套将保护水表包裹起来,起到保温隔热的作用。在液体的选择上,静力水准仪一般以水为介质,但当温度在 0℃以下时,水就会结冰膨胀,从而引起系统失效。所以一般用防冻液来代替水,这样就可以起到一定的效果,避免微生物在水中滋生。选择有颜色的防冻液,可直观看管道中是否有气泡。

2.2 精度影响因素分析

1)各因素的具体影响。管道长度是影响精度

的重要因素之一。若管路过长,水流在管路内流动阻力则较大,需要较长时间液位才能平稳,因此测量的时间周期较长。一般情况下,静力水准测量系统的管线长度不超过 300 m,且线路应尽量平直,拐弯处适用较大的转弯角度,以尽量减少水头损失。保温条件也会影响精确度,如未经过保温处理,温度的变化会使水的密度发生变化,产生对流,导致不同钵体中的液面高度产生不同量的升高或降低,进而严重影响测量精度。在管道连接方面,为了保证液体在所有传感器上的气压相等,所有的传感器都必须用气管全部连接起来。

2) 解决方案与优化策略。针对管道长度问题,在设计监测系统时,应根据实际情况合理规划管道长度,尽量控制在 300 m 以内,并确保线路尽量平直,减少拐弯和水头损失。对于保温问题,严格按照要求在户外使用时进行保温处理,选择合适的保温材料,确保管道及传感器的温度稳定。在管道连接方面,根据使用环境判断是否需要使用气管连接所有传感器。此外,还可以通过定期校准仪器、优化测量环境、提高操作人员技能等方式,进一步提高静力水准仪的测量精度。

3 结论与展望

3.1 结论

静力水准仪在泵站工程垂直位移监测中展现出了显著的创新应用成果。首先,它的高精度特性可以准确监测到垂直位移的微小变化,为泵站工程的安全运行提供可靠的数据保障。相比传统的监测方法,静力水准仪的自动化性能好,能够实时、在线监测,极大提高了监测效率,减少了人工干预带来的误差和不及时性。

在实际应用案例中,以刘老涧抽水站为例,静力水准系统的自动化性能得到了充分体现,数据管理与分析也实现了自动化和智能化。此外,在安装和精度影响因素方面,明确了确保测量精度的安装要点和应对环境因素的措施,以及各因素对精度的具体影响和相应的解决方案与优化策略。这些都为静力水准仪在泵站工程垂直位移监测中的应用提供了技术指导。

3.2 展望

1) 技术创新方面,随着科技的不断进步,应进一步提升静力水准仪的精度和稳定性。比如,针对测量精度和抗干扰能力的提高,研发新型传感器技术;应用智能技术,实现更高层次的数据处理和自动化检测功能,从而使测量效率得到提高。据相关资料显示,目前一些新型传感器技术可将测量精度提高到 0.05 mm 甚至更高,未来有望在泵站工程监测中得到广泛应用。

2) 拓展应用领域。不仅局限于垂直位移监测,还可以与其他监测设备相结合,形成综合监测系统。比如与应力监测设备、渗流监测设备等协同工作,为泵站工程的安全运行提供更全面的保障。同时,探索在泵站工程的全生命周期管理中的应用,从建设阶段到运营管理阶段,都能发挥重要作用。

3) 加强数据管理分析,挖掘潜在规律和趋势,运用大数据、云计算等技术,对泵站项目决策、大量监测数据进行深入分析,提供更加科学的依据。例如,通过建立泵站工程监测数据平台,实现数据的集中管理和共享,提高数据的利用价值。

4 结语

创新应用静力水准仪是一种重要手段,确保泵站的安全运行。通过对泵站垂直位移的工作原理、安装注意事项以及影响因素进行深入研究,可以为泵站的维护和管理提供科学依据。同时,结合实际案例分析了智能电容式静力水准仪在泵站垂直位移监测中的应用效果,并对未来泵站垂直位移监测的发展趋势进行了展望。随着科技的不断进步,智能监测技术将在泵站垂直位移监测中发挥越来越重要的作用,为泵站的安全运行和管理提供更加可靠的保障。

参考文献

- [1] 马文静.大坝安全监测仿真实验系统的研究与开发[D].南京:河海大学,2006.
- [2] 杨艳慧,杨俊杰,侯煜,等.高港枢纽闸站工程全要素精密监测方案浅析[J].治淮,2024(7):33-34.

(责任编辑 赵其芬)